

Abgasreinigungsanlage für ein Kraftfahrzeug mit einem Reduktionsmittelvorratsbehälter und Betriebsverfahren hierfür

Die Erfindung betrifft eine Abgasreinigungsanlage für ein Kraftfahrzeug, für welches vorgegebene Wartungsintervalle vorgesehen sind, mit einem Reduktionsmittelvorratsbehälter zur Bevorratung eines für die Abgasreinigung vorgesehenen Reduktionsmittels und ein Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs mit einer Abgasreinigungsanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 4.

Abgasreinigungsanlagen der genannten Art sind insbesondere für Kraftfahrzeuge mit Dieselmotorantrieb bekannt, welche über einen sogenannten SCR-Katalysator zur Entfernung von Stickoxiden aus dem Abgas verfügen. Dieser ermöglicht die Reduzierung von Stickoxiden aus dem ihm zugeführten Abgas auch unter oxidierenden Bedingungen, das heißt bei einem Abgas, welches einen Sauerstoffüberschuss aufweist. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass dem Abgas ein selektiv hinsichtlich der Stickoxidreduzierung wirksames Reduktionsmittel zugeführt wird. Hierfür kommen unter anderem hauptsächlich Ammoniak sowie Substanzen, welche Ammoniak freisetzen können in Frage. Gebräuchlich sind insbesondere Harnstoff oder Ammoniumcarbamat, die vorzugsweise als wässrige Lösung in einem entsprechenden Behälter im Kraftfahrzeug mitgeführt werden. Dieses Reduktionsmittel stellt somit einen zusätzlichen

Betriebsstoff dar, der regelmäßig nachgefüllt werden muss, um die Abgasreinigungsfunktion dauerhaft zu gewährleisten. Dies bedeutet einen Zusatzaufwand und erfordert eine sachgemäße Handhabung, um damit verbundene Risiken, beispielsweise durch einen fehlerhaften Umgang mit dem Reduktionsmittel, möglichst gering zu halten.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Abgasreinigungsanlage für ein Kraftfahrzeug sowie ein Verfahren zum Betrieb eines Kraftfahrzeugs mit einer Abgasreinigungsanlage anzugeben, durch welche ein sachgerechter und ökonomischer Umgang mit einem für die Abgasreinigung vorgesehenen Reduktionsmittel gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird mit einer Abgasreinigungsanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 4 erreicht.

Die erfindungsgemäße Abgasreinigungsanlage zeichnet sich dadurch aus, dass die Füllkapazität des Reduktionsmittelbehälters so gewählt ist, dass sie mindestens eine durch einen angenommenen Reduktionsmittelverbrauch im Wartungsintervall vorgegebene Größe aufweist.

Für Kraftfahrzeuge sind allgemein typischerweise Wartungsintervalle vorgesehen, nach deren Ablauf Verschleißteile gewartet und/oder Verbrauchsmittel gewechselt oder ergänzt werden. Bei einigen Verbrauchsmitteln, wie beispielsweise Wischwasserflüssigkeiten ist es zweckmäßig, wenn eine Ergänzung auch vom Halter oder Fahrer des Kraftfahrzeugs selbst vorgenommen werden kann. Bei anderen Verbrauchsmitteln, wie beispielsweise dem Getriebeöl, ist dies dagegen oftmals nicht wünschenswert, weil beispielsweise die Gefahr einer unsachgemäßen Handhabung gegeben ist. Dies trifft auch für die Redukti-

onsmittel zu, welche zu Abgasreinigungszwecken eingesetzt und im Fahrzeug mitgeführt werden. Hauptsächlich kommen als Reduktionsmittel eine wässrige Lösung von Harnstoff oder Ammoniumcarbamat in Betracht, bei denen eine unsachgemäße Handhabung, beispielsweise durch versehentliches Trinken oder Verschütten vermieden werden muss. Außerdem ist es wünschenswert, einen Fahrzeughalter von der Kontrolle der Verfügbarkeit des zusätzlichen Betriebsmittels zu entlasten, insbesondere auch deshalb, weil bei mangelnder Sorgfalt das Reduktionsmittel unter Umständen nicht rechtzeitig nachgefüllt wird und damit eine Abgasreinigung nicht mehr stattfinden kann. Durch die erfindungsgemäße Dimensionierung des Reduktionsmittelbehälters in Bezug auf die Wartungsintervalle des Fahrzeugs werden diese Risiken vermieden.

Als Wartungsintervall wird hier ein sich an einer Laufstrecke oder einer Laufzeit orientierendes Intervall zwischen vor-schriftsmäßigen Werkstattaufenthalten verstanden, wie sie üblicherweise zur Aufrechterhaltung des ordnungsgemäßen Betriebs des Kraftfahrzeugs vorgesehen sind. Diese werden zweckmäßigerweise vom Fahrzeughersteller nach gewissen Kriterien vorgegeben. Die erfindungsgemäße Dimensionierung des Reduktionsmittelbehälters macht eine Ergänzung des Reduktionsmittels innerhalb der Wartungsintervalle unnötig, da der Reduktionsmittelbehälter so dimensioniert ist, dass er mindestens eine Reduktionsmittelmenge aufnehmen kann, wie sie innerhalb eines Wartungsintervalls voraussichtlich benötigt wird. Es ist daher möglich, die Ergänzung des Reduktionsmittels ausschließlich bei Werkstattaufenthalten im Rahmen der dabei vorgesehen turnusmäßigen Wartungsarbeiten durch hierfür geschultes Personal vorzunehmen. Die Notwendigkeit einer Bevorratung des Reduktionsmittels beim Fahrzeughalter sowie die Nachfüllung des Reduktionsmittels durch den Fahrzeughalter entfällt. Damit entfallen auch die damit verbundenen

Risiken sowie der Zusatzaufwand für den Fahrzeughalter. Außerdem entfällt der Aufwand für den Aufbau einer entsprechend aufwändigen flächendeckenden Versorgungsinfrastruktur.

In Ausgestaltung der Erfindung weist der Reduktionsmittelbehälter eine zu Nachfüllzwecken zu öffnende Verschlussvorrichtung auf, wobei die Verschlussvorrichtung gegen ein Öffnen außerhalb eines nach Ablauf des Wartungsintervalls von hierzu befugtem Wartungspersonal vorzunehmenden Wartungsvorgangs gesichert ist. Somit wird vermieden, dass eine Ergänzung des Reduktionsmittels durch ungeschultes Personal vorgenommen wird, und die damit verbundenen Risiken werden vermieden. Vorzugsweise ist der Reduktionsmittelbehälter mit einem speziellen Verschluss versehen, der ausschließlich von geschultem bzw. hierzu befugtem Wartungspersonal geöffnet werden kann. Vorteilhaft ist beispielsweise ein elektronisch codierter Verschluss, der nur von hierzu befugtem Personal entriegelt und geöffnet werden kann. Der Umgang mit dem Reduktionsmittel verbleibt somit in den Händen dieses Fachpersonals und eine Gefährdung der Umwelt, von Gegenständen und Personen wird vermieden. Dadurch, dass die Füllstandsüberwachung nicht mehr dem Fahrzeughalter obliegt, wird außerdem vermieden, dass beispielsweise aus Gründen der Kostenersparnis eine Nachfüllung des Reduktionsmittels unterbleibt, obwohl sie notwendig wäre.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist eine Füllstandsüberwachung für die im Reduktionsmittelbehälter vorhandene Reduktionsmittelmenge vorgesehen, derart, dass bei Unterschreiten einer sich aus der verbleibenden Laufzeit bis zum Ablauf des Wartungsintervalls und einer angenommenen Verbrauchsrate ergebenden Restfüllmenge ein Hinweissignal ausgegeben wird. Der Fahrer des Kraftfahrzeugs wird demnach über einen kritisch abgesunkenen Füllstand informiert. Damit

wird der Tatsache Rechnung getragen, dass durch unvorhersehbare Umstände bereits vor Ablauf eines üblicherweise auf Grund anderer Kriterien vorgesehenen Wartungsintervalls ein Nachfüllbedarf gegeben sein kann. Dies ist als gleichbedeutend mit dem Ablauf eines Wartungsintervalls anzusehen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass bei einem Reduktionsmittelvorratsbehälter zur Bevorratung eines zur Abgasreinigung vorgesehenen Reduktionsmittels eine Verschlusseinrichtung des Reduktionsmittelvorratsbehälters gegen ein Öffnen innerhalb der Wartungsintervalle verriegelt wird und bei einem Wartungsvorgang nach Ablauf des Wartungsintervalls zur Nachfüllung des Reduktionsmittels entriegelt und geöffnet wird. Innerhalb des Wartungsintervalls kann somit der Reduktionsmittelbehälter nicht geöffnet werden und es ist sichergestellt, dass die Nachfüllung des Reduktionsmittels im Rahmen der vorgesehenen Wartungen zum Beispiel in einer Vertragswerkstatt vorgenommen wird.

In Ausgestaltung des Verfahrens wird die Füllmenge des Reduktionsmittels im Reduktionsmittelbehälter ermittelt und bei Unterschreitung eines vorgebbaren Mindestfüllwerts ein Hinweissignal ausgegeben. Somit wird ein Nachfüllbedarf bzw. die Notwendigkeit einer außerplanmäßigen Wartung aufgrund eines zu geringen Füllstands rechtzeitig angezeigt.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird eine Verbrauchsrate des Reduktionsmittels ermittelt und daraus die bis zum Ablauf des Wartungsintervalls zu erwartende Verbrauchsmenge des Reduktionsmittels ermittelt und für den Fall, dass die zu erwartende Verbrauchsmenge die Füllmenge überschreitet, ein Hinweissignal ausgegeben. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine realistische Abschätzung über

den voraussichtlichen Zeitpunkt des Nachfüllens. Die Ausgabe eines Warnsignals kann dabei auch unterbleiben, wenn die verbleibende Zeit oder Laufstrecke bis zum ermittelten Zeitpunkt des Nachfüllens länger ist als die Zeit, die bis zur Durchführung einer vorschriftsmäßigen Wartung ohnehin vorgesehen ist.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens werden nach Überschreitung einer vorgebbaren Laufstrecke des Kraftfahrzeugs mit Hinweissignalausgabe Eingriffe in den Betrieb des Kraftfahrzeugs derart vorgenommen, dass eine verminderte Verbrauchsrate des Reduktionsmittels resultiert. Auf eine Missachtung des Hinweissignals zur Notwendigkeit der Reduktionsmittelnachfüllung wird somit ein Notlaufbetrieb eingestellt. Bei diesem wird der Reduktionsmittelverbrauch reduziert, so dass sich die ansonsten verbleibende Reichweite erhöht. Vorzugsweise wird der Reduktionsmittelverbrauch derart vermindert, dass eine vorgebbare Mindestabgasreinigungsfunktion noch gegeben ist. Als zusätzliche Maßnahme kann ein Eintrag in einen auslesbaren Fehlerspeicher vorgenommen werden. Für den Fall, dass eine vorgebbare Laufstrecke des Kraftfahrzeugs mit Hinweissignalausgabe überschritten wird, kann auch vorgesehen sein, die Fahrbarkeit des Fahrzeugs beispielsweise durch Aktivieren einer vorgebbaren Geschwindigkeitsbegrenzung oder Drehzahlbegrenzung einzuschränken.

Nachfolgend werden vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung anhand von Beispielen beschrieben. Dabei wird beispielhaft ein Kraftfahrzeug mit einem Dieselmotor und einer Abgasreinigungsanlage, welche einen sogenannten SCR-Katalysator umfasst, betrachtet.

Der SCR-Katalysator ist vorzugsweise zur Verminderung von Stickoxiden unter Einsatz eines selektiven Reduktionsmittels

ausgelegt. Dies kann beispielsweise flüssiges Ammoniak oder Harnstoff sein. Nachfolgend wird davon ausgegangen, dass es sich um Harnstoff, vorzugsweise in Form einer wässrigen Lösung handelt, der in einem hierfür vorgesehenen Behälter mit dem Kraftfahrzeug mitgeführt wird. Nachfolgend wird verallgemeinernd von einem Harnstoffbehälter gesprochen.

Für das Kraftfahrzeug sind Wartungsintervalle vorgesehen, nach deren Ablauf vorgeschriebene Wartungsarbeiten, wie beispielsweise ein Getriebe- bzw. Motorölwechsel vorzunehmen sind. Die Durchführung der Wartungsarbeiten erfolgt dabei in einer hierfür autorisierten Werkstatt. Die vorgesehenen Wartungsintervalle können von unterschiedlicher Dauer sein und orientieren sich hauptsächlich an der Laufstrecke des Fahrzeugs in Verbindung mit Verbrauchszeiten von Verbrauchsstoffen oder von Lebensdauern verschiedener verschleißbehafteter Bauteile.

Erfindungsgemäß weist der Harnstoffbehälter eine Größe auf, die sich aus dem voraussichtlichen Harnstoffbedarf in einem Wartungsintervall bestimmt. Je nach den gegebenen Verhältnissen, wie beispielsweise dem verfügbaren Bauraum, ist es zweckmäßig, sich an längeren oder kürzeren Wartungsintervallen zu orientieren. Dabei wird der Harnstoffbedarf innerhalb des Wartungsintervalls vorzugsweise aus der Stickoxidemission des Motors und der mittels des Harnstoffeinsatzes zu erzielenden Stickoxidverminderung ermittelt. Da die Stickoxidemission des Motors von den Fahrbedingungen abhängig ist, ist es wiederum zweckmäßig, sich an der maximal im Wartungsintervall zu erwartenden Gesamtstickoxidemission zu orientieren. Alternativ kann es vorgesehen sein, von der mit einer vorgebbaren Wahrscheinlichkeit auftretenden Stickoxidemission im Wartungsintervall auszugehen. Dabei können statistische Aussagen

über die Wahrscheinlichkeit von Fahrprofilen und damit verbundenen Stickoxidemissionen herangezogen werden.

Für den solcherart dimensionierten Harnstoffbehälter ist zweckmäßigerweise eine Füllstandsüberwachungseinrichtung vorgesehen. Diese kann einerseits das Auftreten eines vorgebbaren Mindestfüllstands feststellen und bei Erreichen dieses Mindestfüllstands die Ausgabe eines entsprechenden Warnsignals veranlassen. Vorzugsweise wird mit dem Warnsignal gleichzeitig eine Information über die voraussichtlich verbleibende Restlaufzeit oder Restlaufstrecke ausgegeben. Andererseits kann die Füllstandsüberwachungseinrichtung auch laufend den aktuellen Füllstand feststellen und den seitherigen Verbrauch in Relation zu den jeweils vorhandenen Motorbetriebsparametern bzw. dem Stickoxidausstoß des Motors setzen. Auf diese Weise kann die verbleibende Restlaufzeit mit hoher Genauigkeit abgeschätzt werden. Wird festgestellt, dass eine Nachfüllung voraussichtlich vor dem Ende des regulär ohnehin vorgesehenen Wartungsintervalls fällig ist, so wird dies ebenfalls gemeldet und vorzugsweise der Ablauf des Wartungsintervalls entsprechend der Restlaufzeit neu festgesetzt. Zur Ausgabe der genannten Informationen kann eine übliche Anzeigeeinheit vorgesehen sein.

Falls eine Nachfüllung nicht wie angezeigt erfolgt, ist es zur Aufrechterhaltung einer vorgebbaren Mindestfunktion der Abgasreinigungseinrichtung vorteilhaft, den Fahrzeugbetrieb auf einen Notlauf umzustellen. Dieser kann in einem Verbot bestimmter Motorbetriebspunkte mit einer vorgebbaren erhöhten Stickoxidrohmission bestehen. Alternativ oder zusätzlich können Motorbetriebskennfelder umgestellt werden, so dass eine geringere Stickoxidemission des Motors erfolgt, auch wenn dies beispielsweise zu Lasten des Kraftstoffverbrauch geht. Auf diese Weise wird die verbleibende Restlaufzeit für

die noch verfügbare Harnstoffmenge gestreckt. In diesem Zusammenhang kann es ebenfalls vorgesehen sein, die Harnstoffdosierstrategie derart zu ändern, dass die Stickoxidverminderung zwar verringert wird, jedoch einen vorgebbaren Wert nicht unterschreitet. Auf diese Weise kann eine bei einem Harnstoffmangel oder bei einem Leerlaufen des Harnstoffbehälters vermehrt auftretende Abgabe von Stickoxiden an die Umwelt zumindest begrenzt werden. Um die Dringlichkeit einer Nachfüllung deutlich zu machen, kann auch vorgesehen sein, die Fahrbarkeit des Fahrzeugs einzuschränken, beispielsweise durch eine automatisch einsetzende Geschwindigkeitsbegrenzung und/oder Drehzahlbegrenzung, vorzugsweise in Verbindung mit der Anzeige einer diesbezüglichen Meldung. Die Begrenzungen können auch gleitend gestaltet sein und mit zunehmender Knappheit des Reduktionsmittels an Ausmaß zunehmen.

Wird der Harnstoffbehälter völlig leergefahren, kann auch vorgesehen sein, nach dem darauffolgenden Abstellen des Fahrzeugs einen Neustart durch eine entsprechende Sperre zu verhindern. Auf diese Weise wird verhindert, dass das Fahrzeug ohne Abgasreinigungsfunktion weiterhin am Straßenverkehr teilnimmt. Vorzugsweise ist es jedenfalls vorgesehen, einen Fehlbetrieb oder Mangelbetrieb hinsichtlich der Harnstoffdosierung durch Abspeichern der entsprechenden Information in einem auslesbaren Fehlerspeicher abzuspeichern.

Für den Harnstoffbehälter ist erfindungsgemäß eine spezielle Nachfüllöffnung vorgesehen. Diese zeichnet sich durch einen Verschluss aus, der gegen ein unbefugtes Öffnen insbesondere im Wartungsintervall gesichert ist. Vorzugsweise ist dieser Verschluss so beschaffen, dass er nur im Zuge der vorgesehenen Wartungsarbeiten nach Ablauf eines Wartungsintervalls geöffnet werden kann und ansonsten verriegelt ist. Hierzu ist es vorteilhaft, eine beispielsweise softwaremäßig gesteuerte

Sperre vorzusehen, welche lediglich durch Eingabe eines Codes gelöst werden kann und dadurch die Nachfüllöffnung freigibt, wobei der Code beispielsweise nur hierfür autorisierten Werkstätten zur Verfügung steht. Vorteilhaft ist es auch, für diese Sperre eine Verbindung mit einem elektronischen Steuer- oder Diagnosegerät vorzusehen. Über einen geeigneten Anschluss, beispielsweise einen hierfür vorgesehenen Adapter, welcher vorzugsweise ausschließlich Werkstattpersonal einer hierfür autorisierten Werkstatt zur Verfügung steht, kann dann die Sperre entriegelt werden. Um diese Funktion sicherzustellen, kann es ebenfalls vorgesehen sein, die Eingabe eines Codes erforderlich zu machen. Alternativ kann für den Verschluss auch ein Spezialschlüssel oder ein Spezialwerkzeug vorgesehen sein, welches ausschließlich hierfür berechtigtem Personal zur Verfügung steht. Im einfachsten Fall kann auch mittels einer Plombierung ein unbefugtes Öffnen des Verschlusses unterbunden werden.

Durch diese geschilderten Maßnahmen wird erreicht, dass eine Nachfüllung des Harnstoffbehälters nur von hierfür befugtem und geschultem Personal, vorzugsweise einer Vertragswerkstatt vorgenommen werden kann. Dadurch wird ein unsachgemäßer oder fehlerhafter Umgang mit dem Reduktionsmittel, wie beispielsweise eine Fehlbetankung, ein Verschütten oder eine versehentliche Einnahme vermieden. Neben der geschilderten Sicherheitsfunktion wird zudem eine Vereinfachung für den Fahrzeughalter oder Fahrer des Kraftfahrzeugs erreicht, da dieser von der Aufgabe entbunden wird, selbst die Nachfüllung des Harnstoffbehälters durchführen zu müssen.

Patentansprüche

1. Abgasreinigungsanlage für ein Kraftfahrzeug, für welches vorgegebene Wartungsintervalle vorgesehen sind, mit einem Reduktionsmittelvorratsbehälter zur Bevorratung eines für die Abgasreinigung vorgesehenen Reduktionsmittels, dadurch gekennzeichnet, dass die Füllkapazität des Reduktionsmittelbehälters so gewählt ist, dass sie mindestens eine durch einen angenommenen Reduktionsmittelverbrauch im Wartungsintervall vorgegebene Größe aufweist.
2. Abgasreinigungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Reduktionsmittelbehälter eine zu Nachfüllzwecken zu öffnende Verschlussvorrichtung aufweist, wobei die Verschlussvorrichtung gegen ein Öffnen außerhalb eines nach Ablauf des Wartungsintervalls von hierzu befugtem Wartungspersonal vorzunehmenden Wartungsvorgangs gesichert ist.
3. Abgasreinigungsanlage an Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Füllstandsüberwachung für die im Reduktionsmittelbehälter vorhandene Reduktionsmittelmenge vorgesehen ist, derart, dass bei Unterschreiten einer sich aus der

verbleibenden Laufzeit bis zum Ablauf des Wartungsintervalls und einer angenommenen Verbrauchsrate ergebenden Restfüllmenge ein Hinweissignal ausgegeben wird.

4. Verfahren zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs mit einer Abgasreinigungsanlage und einem Reduktionsmittelvorratsbehälter zur Bevorratung eines zur Abgasreinigung vorgesehenen Reduktionsmittels, welches vorgegebene Wartungsarbeiten nach vorgegebenen Wartungsintervallen umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verschlusseinrichtung des Reduktionsmittelvorratsbehälters gegen ein Öffnen innerhalb der Wartungsintervalle verriegelt wird und bei einem Wartungsvorgang nach Ablauf des Wartungsintervalls zur Nachfüllung des Reduktionsmittels entriegelt und geöffnet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Füllmenge des Reduktionsmittels im Reduktionsmittelbehälter ermittelt wird und bei Unterschreitung eines vorgebbaren Mindestfüllwerts ein Hinweissignal ausgegeben wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verbrauchsrate des Reduktionsmittels ermittelt wird und daraus die bis zum Ablauf des Wartungsintervalls zu erwartende Verbrauchsmenge des Reduktionsmittels ermittelt wird und für den Fall, dass die zu erwartende Verbrauchsmenge die Füllmenge überschreitet, ein Hinweissignal ausgegeben wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass

nach Überschreitung einer vorgebbaren Laufstrecke des Kraftfahrzeugs mit Hinweissignalausgabe Eingriffe in den Betrieb des Kraftfahrzeugs derart vorgenommen werden, dass eine verminderte Verbrauchsrate des Reduktionsmittels resultiert.

8. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass nach Überschreitung einer vorgebbaren Laufstrecke des Kraftfahrzeugs mit Hinweissignalausgabe die Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs und/oder die Drehzahl des Antriebsmotors des Kraftfahrzeugs begrenzt wird.